

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Docket No.: 62807-137

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of

Tetsuya UDA

Serial No.: 10/645,870

Filed: August 22, 2003

For: OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT WITH DISPERSION COMPENSATION,  
AND DISPERSION COMPENSATING METHOD



: Customer Number: 20277

: Confirmation Number: 8647

: Group Art Unit: 2874

: Examiner: Unknown

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

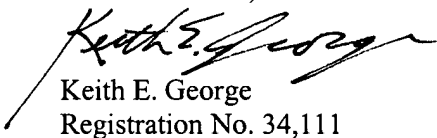
At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

**Japanese Patent Application No. 2003-084080, filed March 26, 2003**

A copy of the priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Keith E. George

Registration No. 34,111

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 KEG:tlb  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: December 12, 2003**

62807-137

UDA

August 22, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 6 日  
Date of Application:

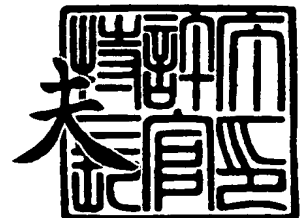
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 4 0 8 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 4 0 8 0 ]

出      願      人                      株式会社日立コミュニケーションテクノロジー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月    2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 1 1 9 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 K02016051A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 株式会社日立  
コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワー  
ク事業部内

【氏名】 宇田 哲也

【特許出願人】

【識別番号】 000153465

【氏名又は名称】 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分散補償機能を有する光伝送装置、及び分散補償方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光伝送路から受信した波長多重光を増幅して第 2 の光伝送路へ出力する光伝送装置であって、

前記波長多重光を増幅する光アンプと、

前記第 1 の光伝送路における第 1 の所定の位置から当該光伝送装置の間を、前記波長多重光が伝送中に生じる波長分散を補償する第 1 の分散補償器と、

当該光伝送装置と前記第 2 の光伝送路の第 2 の所定の位置の間を、前記波長多重光が伝送中に生じる波長分散を補償する第 2 の分散補償器とを含むことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光伝送装置であって、

前記第 1 の分散補償器と前記第 2 の分散補償器との間に、前記波長多重光から所定の帯域の光信号を分波する波長分岐手段と、所定の帯域の光信号を前記波長多重光へ合波する波長挿入手段と

を有する分岐挿入部をさらに備えたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の光伝送装置であって、

前記分岐挿入部は着脱可能となるように構成したことを特徴とする光伝送装置

。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは前記第 1 の光伝送路と前記第 1 の分散補償器との間に設けられた第 1 の光アンプと、前記第 2 の分散補償器と前記第 2 の光伝送路との間に設けられた第 2 の光アンプとからなることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 5】

第 1 の光伝送路から受信した波長多重光を増幅して第 2 の光伝送路へ出力する

光伝送装置であって、

前記第 1 の光伝送路から受信した波長多重光を増幅する光アンプと、

前記光アンプから出力された波長多重光が、前記第 1 の光伝送路における第 1 の所定の位置から当該光伝送装置の間を伝送中に生じる波長分散を補償する第 1 の分散補償器と、

前記第 1 の分散補償器から出力された波長多重光から所定の帯域の光信号を分波する波長分岐手段と、前記所定の帯域の光信号が分波された波長多重光に所定の帯域の光信号を合波する波長挿入手段とを含む分岐挿入部と、

前記分岐挿入部から出力された波長多重光が、当該光伝送装置と前記第 2 の光伝送路の第 2 の所定の位置の間を伝送中に生じる波長分散を補償する第 2 の分散補償器と、

を含むことを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは該光アンプからの出力信号の波長間利得偏差を補償する利得偏差補償部を含むことを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは、該光アンプへ入力される波長多重光の光パワーを検出する手段を含み、予め記憶された該光アンプの入力光パワーに対する利得偏差特性を用いて前記光アンプに搭載した利得偏差補償部を制御することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 8】**

請求項 6 に記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは、前記波長多重光に含まれる監視制御信号光から前記波長多重光の波長多重数情報を抽出する手段を含み、

前記分岐挿入部は、入力する波長多重光の光パワーを検出する手段と、前記分岐信号の光パワーを検出する手段とを含み、

前記抽出した波長多重数情報と、前記検出した波長多重光の光パワーおよび分

岐信号の光パワーとを用いて前記分岐挿入部へ入力される波長多重光の波長間利得偏差を求め、その波長間偏差を補償するよう前記光アンプに搭載した利得偏差補償部を制御することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 9】**

請求項 5 に記載の光伝送装置であって、

前記分岐挿入部は該分岐挿入部への入力信号の波長間利得偏差を補償する利得偏差補償部を含むことを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは、該光アンプへ入力される波長多重光の光パワーを検出する手段を含み、予め記憶された該光アンプの入力光パワーに対する利得偏差特性を用いて前記分岐挿入部に搭載した利得偏差補償部を制御することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 11】**

請求項 9 に記載の光伝送装置であって、

前記光アンプは、前記波長多重光に含まれる監視制御信号光から前記波長多重光の波長多重数情報を抽出する手段を含み、

前記分岐挿入部は、入力する波長多重光の光パワーを検出する手段と、前記分岐信号の光パワーを検出する手段とを含み、

前記抽出した波長多重数情報と、前記検出した波長多重光の光パワーおよび分岐信号の光パワーとを用いて前記分岐挿入部へ入力される波長多重光の波長間利得偏差を求め、その波長間偏差を補償するよう前記分岐挿入部に搭載した利得偏差補償部を制御することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項 12】**

第 1 の光伝送路から波長多重光を受信して第 2 の光伝送路へ出力する分散補償方法であって、

前記第 1 の光伝送路から受信した波長多重光を増幅し、

前記増幅された波長多重光が、前記第 1 の光伝送路における第 1 の所定の位置から前記受信されるまでの伝送中に生じた波長分散を補償し、

前記分散補償された波長多重光から所定の帯域の光信号を分波し、  
前記所定の帯域の光信号が分波された波長多重光に所定の帯域の光信号を合波し、

前記所定の帯域の光信号が合波された波長多重光が、前記第2の光伝送路の第2の所定の位置までを伝送中に生じる波長分散を予め補償することを特徴とする分散補償方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は波長多重光伝送システムにおいて、伝送路である光ファイバの波長分散性を効果的に補償すると共に、中継装置から光分岐挿入装置（OADM：Optical Add Drop Multiplexer）へのアップグレードに際して、分散補償方法の変更や調整が回避可能な伝送装置の構成および分散補償方法を提供するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

光伝送システムの大容量化の手段として、波長の異なる複数の光信号を一本の光ファイバを用いて伝送する波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）伝送システムが実用化されている。また、エルビウム添加ファイバ増幅器等の光ファイバアンプ（以下、光アンプ）は広い波長範囲に対して複数の光信号を一括に増幅し得る特性を持つ。このため、WDMと光アンプとを組み合わせることにより、波長の異なる複数の光信号の一括増幅が可能となり、簡素な構成で経済的、大容量かつ長距離伝送が実現可能となる。

##### 【0003】

しかし伝送路である光ファイバにはファイバ中を伝搬する波長によって伝搬速度が異なるという波長分散性があり、光ファイバを伝搬するにつれて信号波形が劣化すると言った問題がある。そこで、伝送路の分散値と逆の分散値を有する分散補償ファイバを導入して伝送路と組み合わせることにより、伝送路の波長分散



による影響を低減することが可能であり、本技術により劣化した信号波形に対し整形を行っている。

#### 【0004】

また近年ポイント・ツー・ポイントシステムに代表されるような単純に2地点間の通信を行う形態から、バス状システムに代表されるような両端の2地点の間に更に複数の分岐、挿入地点を設け、光信号のまま分岐、挿入を行うことにより複数の地点間で通信を行うバス状OADM形態、またリング状システムに代表されるように複数の地点をリング状に接続し、光信号のまま分岐、挿入を行うことによりリングの複数の地点間で通信を行うリング状OADM形態に対する要求が高まっている。

#### 【0005】

このようなOADM形態においても、良好な伝送特性を実現する上で分散補償は極めて重要な課題であり、より簡易で優れた補償性能を有する分散補償技術が期待されている。

従来、波長多重システムにおける分散補償方法に関して、光アンプを用いた中継伝送における自己位相変調効果の影響を考慮した分散補償方法などが報告されている（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開平7-74699号公報（第4-5項、第1図）

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

前述のようなOADM形態による波長多重システムでは、後の通信需要の増加を見込んで、あらかじめOADM装置を設置する場合を除き、システムの初期導入時にはポイント・ツー・ポイントシステムを構築しておき、通信の需要が増加するに従ってOADM機能を追加するといったシステムアップグレード方法が導入コストや効率の点で有利である。このとき、OADM機能を追加したアップグレードの前後において、追加したOADM機能以外の他の部位に対しては、特別な変更や調整等を必要としないことが望ましい。

**【0008】**

しかし実際には、OADM機能を追加することによる光S/N劣化に伴う通信品質劣化や、OADM機能追加時のシステムダウン、また分散補償方法の変更による通信品質変動などシステム構成やネットワークに与える影響は大である。

**【0009】**

従来の波長多重システムではポイント・ツー・ポイントシステムに対する需要が支配的であり、OADM装置を用いたバス状システムやリング上システムに対する要求はそれほど大きくなかった。しかし、近年の通信トラヒックの増大やデータ種の増加に従い、波長多重システムに対してもネットワークの高効率化や柔軟性が要求されるようになり、OADM機能の追加によるシステム構成変更が注目されるようになった。特に、システムの通信品質と密接な関係が有る分散補償方法の変更は、OADM機能追加時における通信品質劣化要因となり、システム構築上最も注意しなければならない項目の一つである。

**【0010】**

上記文献に記された技術では、上記自己位相変調効果や相互位相変調効果などの非線型効果が発生した地点以降の総分散値をゼロにすることにより、非線型効果による波形劣化やタイミングジッタを低減していた。しかし、この波長分散方法は、主としてポイント・ツー・ポイントシステムにおける波長多重システムに対する適用を中心に記載されており、OADM機能を有する波長多重システム、およびそれへのアップグレードに関しては記載されていない。

**【0011】**

本願発明は、ポイント・ツー・ポイントシステムからOADMシステムへのアップグレードを実施した場合においても、既存の装置に何ら変更等を加えることなく安定した分散補償を実施することが可能な分散補償方法およびそれを用いた装置を提供することを目的とする。

**【0012】****【課題を解決するための手段】**

第1の光伝送路から受信した波長多重光を第2の光伝送路へ出力する光伝送装置において、前記第1の光伝送路における第1の所定の位置から当該光伝送装置

の間を前記波長多重光が伝送中に生じる波長分散を補償する第1の分散補償器と、当該光伝送装置と前記第2の光伝送路の第2の所定の位置の間を前記波長多重光が伝送中に生じる波長分散を補償する第2の分散補償器とによって、分散補償を行うよう構成した。

#### 【0013】

これによって、前記第1の分散補償器と第2の分散補償器との間に、OADM機能を実現する分岐挿入部を着脱することが可能となり、しかもその着脱の前後において分岐挿入される信号を含む他の信号の伝送特性に影響を与えることがないため、中継装置からOADM装置へのアップグレードにおいて通信品質変動を抑制することを可能とした。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施例として、波長多重システムにおける分散補償方法の基本的な原理を説明する図である。送信端装置110は光送信器111とプリアンプ112とを有する。なお、送信端装置110において、実際には光送信器111は本送信端装置110から出力される波長多重光信号の波長多重数分設けられており、また、光送信器から出力された各波長の光信号を波長多重する図示しない波長多重部が設けられている。これは以下に説明する他の実施例も同様である。

#### 【0015】

光送信器111から出力された光信号はプリアンプ112によって増幅され、伝送路である光ファイバ100-1に入力される。途中の光ファイバ100を伝搬中に失った光強度を補うために、中継装置120によって減衰した光信号が増幅され、再度、その下流側に接続されている光ファイバ100に入力される。

#### 【0016】

本構成において、光ファイバ100の波長分散を、その後段に接続されている中継装置120に搭載されている分散補償器123にて補償する。例えば、光ファイバ100-1の分散は中継装置120-1に搭載の分散補償器123-1によって補償され、光ファイバ100-2の分散は中継装置120-2に搭載の分

分散補償器 123-2 によって補償される。

#### 【0017】

以上を伝送距離等に応じて必要な段数繰り返した後、光信号は受信端装置 130 に到達する。受信端装置 130 にはポストアンプ 131 および分散補償器 132、そして光受信器 133 が搭載されており、到達した光信号はポストアンプ 131 によって増幅され、光ファイバ 100-3 の分散を分散補償器 132 にて補償した後、光受信器 133 で受信される。なお、受信端装置 130 において、実際には光受信器 133 は前記波長多重光信号の波長多重数分設けられており、また、各波長の光信号を分離するための図示しない波長分離部が設けられている。これは以下に説明する他の実施例も同様である。

#### 【0018】

ここで、図 1 のポイント・ツー・ポイントシステムを OADM システムへアップグレードさせた場合の OADM 機能を有する中継装置 200 の構成例を図 2 に示す。中継装置 200 は、2 分割された光アンプ 121 および 122、これらの間に搭載された分散補償器 123 を有するアップグレード前の構成に対して、さらに波長分岐部 200 および波長挿入部 201 を追加して搭載する。

#### 【0019】

ここでは、アップグレード前の中継装置 120 と同様に、上流に接続されている光ファイバ 100 の波長分散を補償するように分散補償器 123 を搭載する。また、波長分岐部 200 では 220 の方向に波長分岐され、分離された所定の波長波長帯域の光信号 210 が取り出される。また、波長挿入部 201 では 221 の方向に波長挿入され、所定の波長帯域の光信号 211 が波長多重される。

#### 【0020】

この場合、送信器 101 から送出されてアップグレードされた中継装置 120 で分岐された波長帯域の光信号 210 と、本中継装置 120 で挿入された波長帯域の光信号 211 が受信器 133 に到達したときの伝送特性と、本中継装置 120 を通過して受信器 133 に到達したときの伝送特性とを同一の伝送特性とすることができる。

#### 【0021】

図3は図1のポイント・ツー・ポイントシステムの中継装置120-1をOADM機能を有する装置へアップグレードさせた場合の構成である。受信した波長多重光は光アンプ121-1にて伝送路100-1における損失分が増幅された後、伝送路100-1で発生した波長分散をアップグレードした中継装置120-1の分散補償器123-1にて補償する。前記分散補償された波長多重光から所定の帯域の光信号が波長分岐部301にて分岐され、外部の光受信器310等を含む装置に入力される。また、外部に設けられた所定の帯域の光信号を出力する光送信器311等を含む装置からの光信号が、波長挿入部302にて前記波長多重光へ波長多重され、光アンプ122-2にて増幅されて伝送路100-2へ出力される。

#### 【0022】

以上説明したように、中継装置120に対して簡易なアップグレードを施すことによって、他の装置（送信端装置110、中継装置120-2、受信端装置130等）の構成変更や特別な調整等を行うことなく、伝送特性を同一としたままでOADM機能を追加することが可能となる。

#### 【0023】

しかしながら送信端装置110と受信端装置130との伝送距離が長くなると、途中に設置される中継装置120の設置段数が増加するため、各中継装置で発生する雑音と伝送路を構成する光ファイバの非線形効果とが累積し、伝送容量や伝送距離に制限が生じることがある。

#### 【0024】

図4は上記のような非線形効果を考慮した場合の本発明の第2の実施例における波長分散方法を説明する図である。伝送路100-1において、送信端装置110から所定の距離La400-1までの波長分散を補償する分散補償器113が送信端装置110に搭載されている。また、伝送路100-1における所定の距離La400-1以降の波長分散と、伝送路100-2における中継装置120-1から所定の距離Lb400-2までの波長分散の両者を補償する分散補償器125-1が、中継装置120-1に搭載されている。

#### 【0025】

同様に、中継装置 120-2 に搭載されている分散補償器 125-2 は、伝送路 100-2 における所定の距離  $L_{b400-2}$  以降の波長分散と、伝送路 100-3 における所定の距離  $L_{c400-3}$  までの波長分散とを補償する。受信端装置 130 に搭載された分散補償器 135 は、伝送路 100-3 における所定の距離  $L_{c400-3}$  以降の波長分散を補償するように搭載される。

#### 【0026】

なお、上記の各所定の距離  $L_{a400-1}$ 、 $L_{b400-2}$ 、 $L_{c400-3}$  は、いずれも光ファイバの特性上ほぼ一意に決定される量であり 20 km 程度の値である。なお、これら所定の距離の決定方法としては、例えば前記の特許文献 1 に記載の方法がある。

#### 【0027】

このような方法を用いた光ファイバの波長分散性を補償したシステムでは、非線形効果による影響を少なくすることが可能であるため、長距離化に伴って光中継装置の段数が多くなったシステムにおいても良好な特性を有するシステムの構築が可能となる。

#### 【0028】

ここで、中継装置 120 を OADM 機能を有する装置へアップグレードさせる方法を考える。図 2 や図 3 に示したような、単に分散補償器 123 の後段に波長分岐部 301 や波長挿入部 302 を追加するアップグレード方法では、アップグレードの前後において、各光信号の伝送特性を同一とすることができない。なぜなら、上述のように分散補償器 123 の補償量は当該中継装置の前段の光ファイバの所定の距離以降の波長分散および後段の光ファイバの所定の距離までの波長分散を考慮したものである。このため、波長分岐部 301 で分岐される波長帯域の光信号については、過剰な分散補償を施すこととなる。また、波長挿入部 302 にて挿入される波長帯域の光信号については、当該中継装置の後段の光ファイバの所定の距離までの波長分散が補償されなくなる。

#### 【0029】

そこで本発明では、予め OADM 機能を有する装置へアップグレードされることが予想される中継装置 120 を、図 5 の中継装置 120-2 に示すように構成

する。すなわち、図5において、中継装置120-2には2台の分散補償器500-2および501-2を搭載する。分散補償器500-2は伝送路100-2における所定の距離 $L_{b400-2}$ 以降（中継装置120-2側）の波長分散を補償させ、分散補償器501-2は伝送路100-3における所定の距離 $L_{c400-3}$ までの波長分散を補償させる。すなわち、図4の構成の分散補償器125-2の機能を、2台の分散補償器500-2および501-2で置き換えた構成となっている。したがって、図4の構成と同様に非線形効果による影響を少なくすることが可能であるため、長距離化に伴って光中継装置の段数が多くなったシステムにおいても良好な特性を有するシステムの構築が可能となる。

### 【0030】

次に、図5の構成の光中継装置120-2を、OADM機能を有する装置へアップグレードさせる方法を説明する。図6に示すように中継装置120-2の分散補償器500および501の間に波長分岐部601および波長挿入部602を追加する。なお、中継装置120-2は、予めこのような機能追加が可能であるように適宜機能分割してモジュール化させ、追加モジュール用の接続コネクタ等を設けておくとの後のアップグレード作業が容易となる。

### 【0031】

図7は図6のようにアップグレードさせた装置120-2を用いてOADM機能を実現する伝送システムの構成を示すものである。伝送路100-2から受信した波長多重光は光アンプ121-2によってファイバを伝送中の損失分が増幅される。増幅された波長多重光は、伝送路100-2における所定の距離 $L_{b400-2}$ 以降の波長分散が分散補償器500によって補償される。分散補償された波長多重光は波長分岐部601によって所定の帯域の光信号が抽出され、外部の光受信器610等を含む装置に入力される。また、外部に設けられた所定の帯域の光信号を出力する光送信器611等を含む装置からの光信号が、波長挿入部602にて前記波長多重光へ波長多重され、光アンプ122-2にて増幅されて伝送路100-3へ出力される。

### 【0032】

上記のように構成すると、前段の分散補償器500から出力された波長多重光

は、アップグレードされた中継装置 120-2 へ入力した際に有していた波長分散が全て補償されるため、波長分岐部 601 を介して外部の装置で受信された光信号は、同じく分散補償済みの良好な特性の光信号として受信されることができる。また、光送信器 611 から出力された光信号は、後段の分散補償器 501 によって光伝送路 100-3 の所定の距離  $L_c 400-3$  までの波長分散が補償され、受信端装置 130 の分散補償器 135 によって所定の距離  $L_c 400-3$  以降の波長分散が補償されるため、波長分散が全て補償された良好な特性で光受信器 133 にて受信される。

#### 【0033】

次に、波長分岐部 601 や波長挿入部 602 で発生する波長分散をキャンセルする方法を説明する。光分岐部 202 や光挿入部 203 においても、通過する光信号や分岐する光信号、あるいは挿入する光信号に対して波長分散が発生する場合がある。これは、接続する光ファイバ、あるいは使用する光増幅器および波長分岐部や波長挿入部に使用する部品間のマッチング等によって発生する。これらの装置や部品で発生する波長分散を完全に無くすことは容易でない場合もあるが、各光学部品の群遅延特性を設計することによって、所定の値に分散量に調整することは可能である。したがって、ある部位において発生した波長分散を補償するように、他の部位の波長分散を調整することによって、全体としての波長分散を補償することが可能な場合がある。

#### 【0034】

例えば光分岐部 601 において通過信号に対して  $+D$  の波長分散が発生し、分岐信号に対して  $+d$  の波長分散が発生するとする。この時、後段に接続されている波長挿入部 602 での通過方向を波長分散を  $-D$  に調整することができれば、本アップグレードされた中継装置 120-2 の通過方向の光信号の波長分散をゼロとすることができる。

#### 【0035】

また、送信端装置 110 に搭載されている図示しない波長多重器において、中継装置 120-2 の波長分岐部 601 にて分岐される波長の光信号の波長分散を  $-d$  と調整することが可能であれば、前記分岐波長の光信号に対する波長分散を



ゼロとすることができる。

#### 【0036】

図8は図6に示したアップグレードされOADM機能が搭載された光中継装置120の詳細な構成例を示すものである。

#### 【0037】

前段のアンプ121では、波長多重された入力光信号から波長数情報等が含まれる監視制御信号（OSC光）を波長分波器121-1にて抽出し、前記監視制御信号は光／電気変換部121-2にて電気信号に変換されて制御部121-10へ入力される。波長分波器121-1を通過した入力波長多重光はパワースプリッタ121-3にて光パワーが分離され、光／電気変換部121-4を用いて電気信号に変換し、制御部121-10に入力される。

#### 【0038】

同様に、パワースプリッタ121-8を用いて出力光パワーを分離する。分離した光パワーを光／電気変換部121-9を用いて電気信号に変換し、制御部121-10に入力する。また、励起用レーザダイオード121-6からの励起光は励起光合波部121-5によって波長多重光と合波され、増幅用ドープファイバ121-7に入力されることによって波長多重光が増幅される。

#### 【0039】

入力側の光アンプ121の制御部121-10では前記入力信号の光パワーや出力信号の光パワー、あるいはOSC光に含まれる波長数情報等、または後述する装置制御部800からの制御信号等を用いて、増幅用ドープファイバ121-7において最適な利得が得られるよう励起用レーザダイオード121-6の励起パワーを制御する。

#### 【0040】

同様に、後段のアンプ122では、パワースプリッタ122-1にて光パワーが分離され、光／電気変換部122-2を用いて電気信号に変換し、制御部122-10に入力される。また、パワースプリッタ122-6を用いて出力光パワーを分離する。分離した光パワーは光／電気変換部122-7を用いて電気信号に変換され、制御部122-10に入力される。励起用レーザダイオード122

ー 4 からの励起光は励起光合波部 1 2 2 - 3 によって波長多重光と合波され、増幅用ドープファイバ 1 2 2 - 5 によって波長多重光が増幅される。

#### 【 0 0 4 1 】

制御部 1 2 2 - 1 0 では入力信号の光パワーや出力信号の光パワー、あるいは後述する装置制御部 8 0 0 からの制御信号等を用いて、増幅用ドープファイバ 1 2 2 - 5 において最適な利得が得られるよう励起用レーザダイオード 1 2 2 - 4 の励起パワーを制御する。また、装置制御部からの制御情報や、その他、後段の装置において使用する制御情報等を電気／光変換部 1 2 2 - 9 を介して波長合波器 1 2 2 - 8 にて波長多重光と合波して出力する。

#### 【 0 0 4 2 】

アップグレードによって分散補償器 5 0 0 および 5 0 1 の間に追加された分岐挿入部 6 0 0 では、パワースプリッタ 6 0 0 - 1 を用いて入力光パワーを分離する。分離した光パワーを光／電気変換部 6 0 0 - 2 を用いて電気信号に変換し、制御部 6 0 0 - 1 1 に送信する。同様に出力光について、パワースプリッタ 6 0 0 - 9 を用いて光パワーを分離する。分離した光パワーを光電気変換部 6 0 0 - 1 0 を用いて電気信号に変換し、制御部 6 0 0 - 1 1 に送信する。

#### 【 0 0 4 3 】

本分岐挿入部 6 0 0 にて分岐される帯域の信号光は、波長分離部 6 0 0 - 3 にて波長分離され、パワースプリッタ 6 0 0 - 4 を介して外部への分岐信号 6 2 1 として出力される。また、パワースプリッタ 6 0 0 - 4 を用いて分岐信号の光パワーを抽出し、光電気変換部 6 0 0 - 8 を用いて電気信号に変換し、制御部 6 0 0 - 1 1 に送信される。

#### 【 0 0 4 4 】

一方、外部からの本分岐挿入部 6 0 0 にて挿入される帯域の信号光 6 2 0 は、パワースプリッタ 6 0 0 - 5 を介して波長多重部 6 0 0 - 7 によって合波される。また、パワースプリッタ 6 0 0 - 5 を用いて挿入信号 6 2 0 の光パワーを抽出し、光／電気変換部 6 0 0 - 6 を用いて電気信号に変換し、制御部 6 0 0 - 1 1 に送信される。前段アンプ 1 2 1、後段アンプ 1 2 2、分岐挿入部 6 0 0 からの監視制御信号は、装置制御部 8 0 0 との間で通信される。

## 【0045】

なお、光パワーをモニタするだけでは、光パワーが不足しているのか、あるいは、そもそも初めから波長多重数が少ないために光パワーが少なく観測されているのかが判別できないため、入力側アンプ121によって受信した波長数情報を用いることによって、入力側アンプ121のより適切な増幅パワーの制御を行うことができる。出力側アンプ122への波長多重数は、入力側アンプ121への波長数情報から、分岐挿入部600において分岐された波長数と挿入された波長数とを用いて、装置制御部800にて以下のように計算される。

## 【0046】

## 【数1】

$$(\text{出力側アンプの波長数}) = (\text{入力側アンプの波長数}) - (\text{分岐された波長数}) + (\text{挿入された波長数})$$

本発明の第3の実施例として、利得偏差を補償する機能を更に有する分散補償方法を説明する。

## 【0047】

図9は光アンプで発生する利得偏差を説明する図である。光アンプの利得には波長依存性があるため、波長多重光に收容されている光信号の波長によって、その光強度に波長間の偏差が生じることがある。例えば図8において、波長多重光に收容されている光信号の波長帯の中心付近の波長902と、それより短波側の波長901とを比較すると、光強度偏差910が発生しているため、波長901では波長902に比べて信号強度が弱くなり、この結果光SN比が劣化することがあり得る。

## 【0048】

また、波長902より長波側の波長903では光強度が大きくなり、光強度偏差911が発生する。これにより、波長903では光ファイバ中の非線型効果による影響をより多く受けることになる。これらの現象により、波長多重装置に收容されている全ての波長に渡って均一な信号品質を満足することが困難となる。

## 【0049】

図10は図9に示す波長間の利得偏差を低減するための利得偏差等価器の動作

を説明する図である。利得偏差等価器は、上記の波長間の光強度偏差を等価するものである。図9に示したように長波側の光強度が大きい場合（右上がりの特性のとき）は、それを打ち消すよう1004や1005のように長波側の光強度が小さくなるような特性が得られるように制御する。逆に、短波側の光強度が大きい場合（右下がりの特性のとき）は、それを打ち消すよう1002や1003のように長波側の光強度が大きくなるような特性が得られるように制御する。また、光アンプで発生する光強度偏差の大きさに従って、利得偏差等価器の制御量を1004や1005のように変化させる。

#### 【0050】

図11に図10で説明した利得偏差等価器を搭載した光アンプの一例を示す。利得偏差等価器1100-8が搭載され、増幅用ドープファイバ1100-5で発生する利得偏差を等価する。増幅用ドープファイバ1100-5からの出力光はパワースプリッタ1100-6にて光パワーが抽出され、光／電気変換部1100-7を介して制御部1100-9へ出力光の光パワー情報が入力される。制御部1100-9では、出力光のパワーが所定の値となるよう、励起用レーザダイオード1100-4の出力パワーを制御し、励起光合波部1100-3によって波長多重光と合波されて増幅用ドープファイバ1100-5へ入力される。

#### 【0051】

一方、利得偏差等価器1100-8は制御部1100-9からの制御信号に基づいて制御される。一般に増幅用ドープファイバ1100-5の利得偏差は入力光のパワーに依存する。また、前記、出力光の光パワーと同様にして、パワースプリッタ1100-1および光／電気変換部1100-2を用いて入力光の光パワーを観測することができる。したがって、事前に入力光パワーに対する増幅用ドープファイバ1100-5の利得偏差特性を、測定やシミュレーション等の方法で入手し、それを制御部1100-9内部の図示しないパラメータ記憶部等に記憶させておけば、入力光の光パワーに基づく増幅用ドープファイバ1100-5の利得偏差を自動的に調整することが可能となる。

#### 【0052】

図12は、増幅用ドープファイバにて発生する利得偏差を直接的に観測し、利

得偏差等価器の制御へ適用する手段を備えた分岐挿入装置の一例である。本装置は図8と同様に入力側に光アンプ121を備え、その後段に分岐挿入部600を有している。そして光アンプ121はその出力部に利得等価器121-20を備えている。なお、図12は利得等価器1100-10の制御に関する部分を中心に示したものであり、光アンプ122の内部構成や動作は先に説明した通りである。

#### 【0053】

分岐挿入部600においては、前述のように入力信号に対する光パワー検出用光／電気変換部600-2と分岐信号に対する光パワー検出用光／電気変換部600-8とが搭載されている。これらの各光パワーは制御部600-11を介して装置制御部800へ通知されている。

#### 【0054】

また、入力側光アンプ121においては、監視制御光分岐フィルタ121-1および光／電気変換部121-2によって、波長多重光に含まれる監視制御光（OSC光）に含まれる波長多重数情報が抽出され、制御部121-10を介して装置制御部800に通知されている。

#### 【0055】

装置制御部800では、上記分岐挿入部600の光／電気変換部600-2にて検出した入力光パワーを、入力側光アンプ121からの波長多重数情報で除算することによって、波長多重光全体の平均光強度が計算可能である。例えば、平均光強度は図9における中心波長付近の光強度902に相当する。

#### 【0056】

また、分岐挿入部600にて分岐された光信号の光強度は、その分岐信号の帯域が波長多重光の短波長側であれば、例えば図9における短波長側の光強度901に相当し、また、分岐信号の帯域が波長多重光の長波長側であれば、長波長側の光強度903に相当する。したがって装置制御部800では、分岐挿入部600の制御部600-11から入力された上記の各光強度情報を用いて利得偏差量910、もしくは911が計算可能である。

#### 【0057】

上記利得偏差量は、装置制御部 800 から入力側光アンプ 121 の制御部 121-10 へ通知され、上記利得偏差量がゼロになるように利得偏差等価器 121-20 を制御する。このようにして、波長多重光に收容されている全波長の信号に渡って、一様な信号品質を保つことが可能となる。

#### 【0058】

図 13 は分岐挿入部 600 に利得偏差等価器 600-30 が搭載された場合の構成例を説明する図である。このような構成においても、図 12 の構成と同様に、装置制御部 800 において分岐挿入部 600 へ入力される波長多重光の利得偏差を求めることができる。

#### 【0059】

上記利得偏差量は、装置制御部 800 から分岐挿入部 600 の制御部 600-110 へ通知され、上記利得偏差量がゼロになるように利得偏差等価器 600-30 を制御する。このようにして、波長多重光に收容されている全波長の信号に渡って一様な信号品質を保つことが可能となる。

#### 【0060】

##### 【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、分岐挿入波長（OADM）装置を搭載した波長多重システムにおいて、波長多重システムに收容されている全ての波長に対して、分散補償方法を変更することなく、OADM装置を搭載する前後での通信品質を同一にすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例の原理を説明する図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施例を説明する図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施例を説明する図である。

【図 4】 本発明の第 2 の実施例の原理を説明する図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施例を説明する図である。

【図 6】 本発明の第 2 の実施例を説明する図である。

【図 7】 本発明の第 2 の実施例を説明する図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施例の詳細を説明する図である。

【図 9】 本発明の第 3 の実施例の課題を説明する図である。

【図 1 0】 本発明の第 3 の実施例の課題を説明する図である。

【図 1 1】 本発明の第 3 の実施例を説明する図である。

【図 1 2】 本発明の第 3 の実施例の詳細を説明する図である。

【図 1 3】 本発明の第 3 の実施例の他の構成を説明する図である。

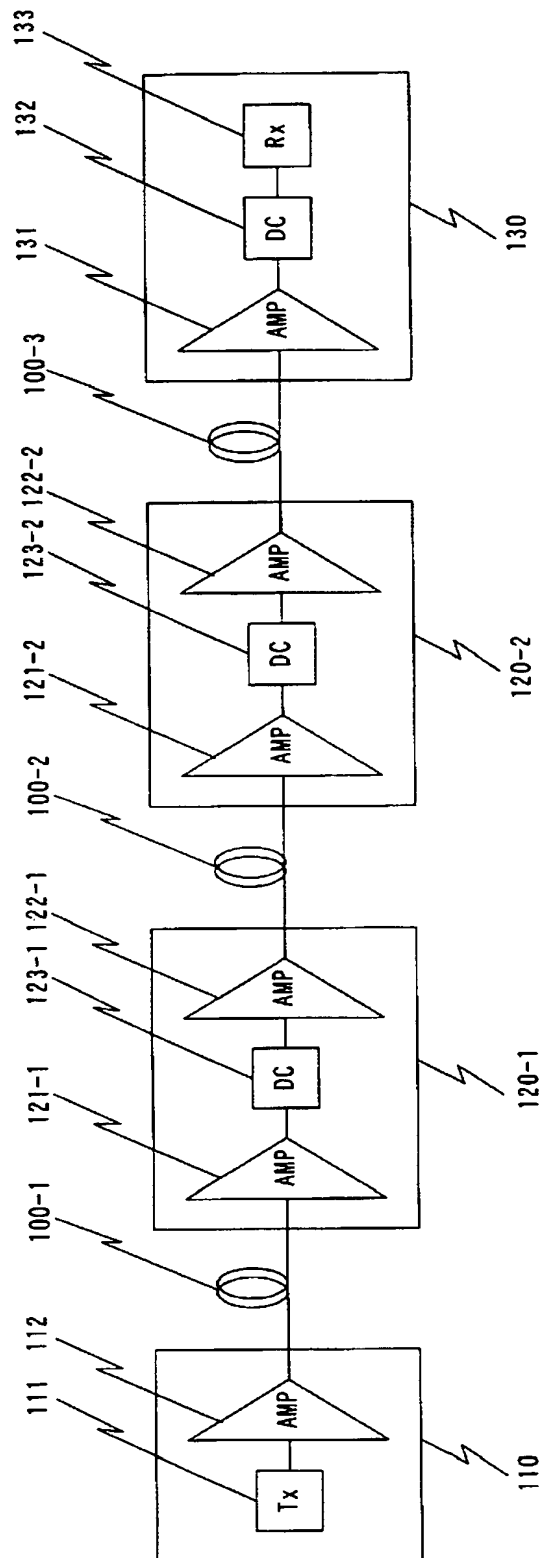
【符号の説明】

1 2 0 … 光中継装置、1 2 1 … 入力側光アンプ、1 2 2 … 出力側光アンプ  
、5 0 0 … 第 1 の分散補償器、5 0 1 … 第 2 の分散補償器、6 0 1 … 波長分  
岐部、6 0 2 … 波長挿入部、6 1 0 … 分岐光信号、6 1 1 … 挿入光信号

【書類名】 図面

【図 1】

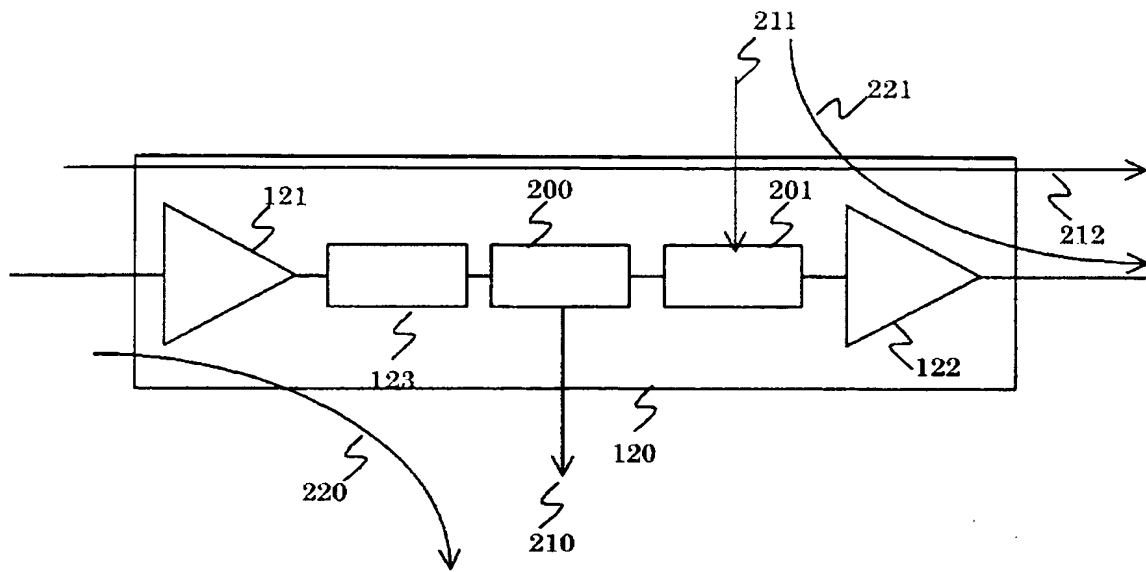
【図 1】





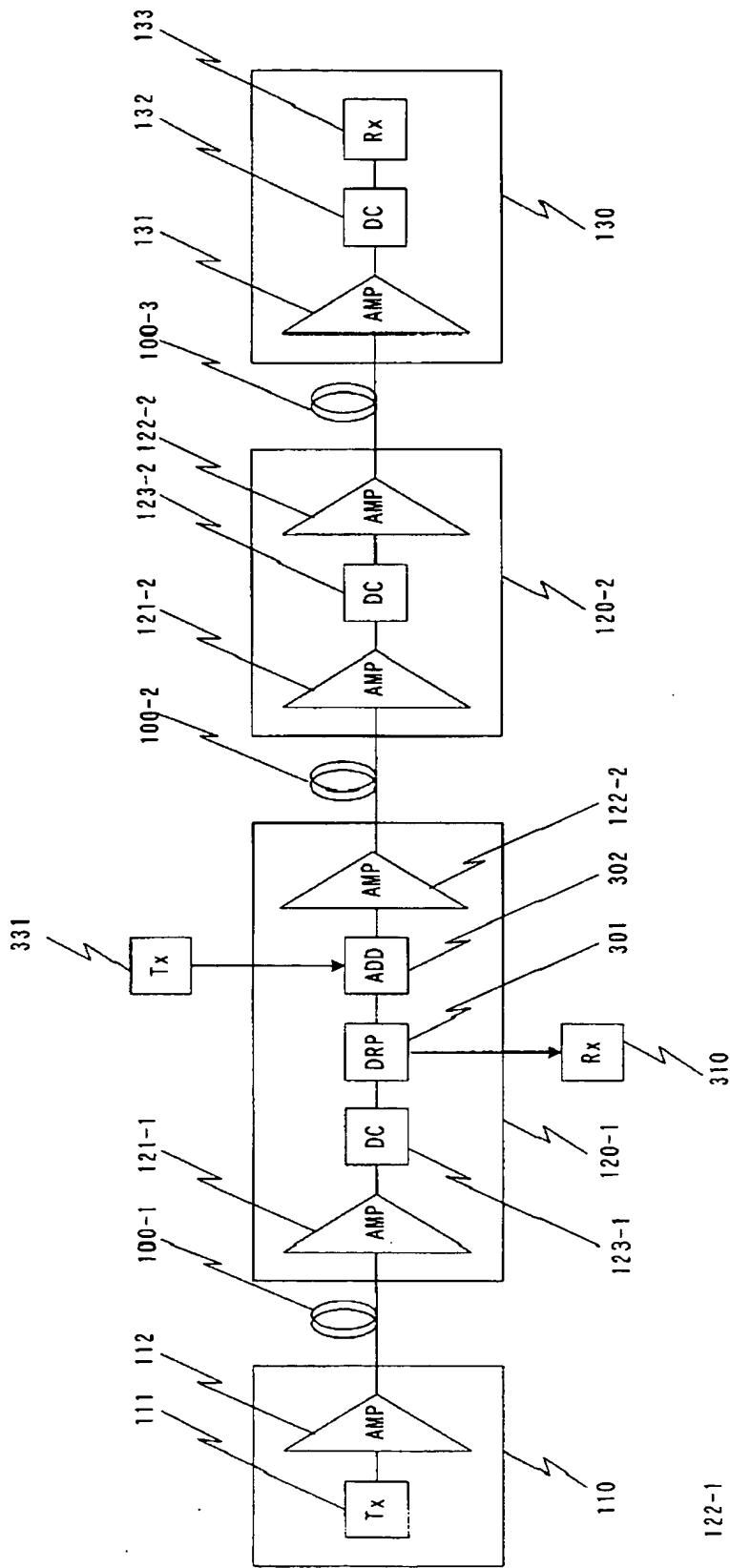
【図 2】

【図 2】

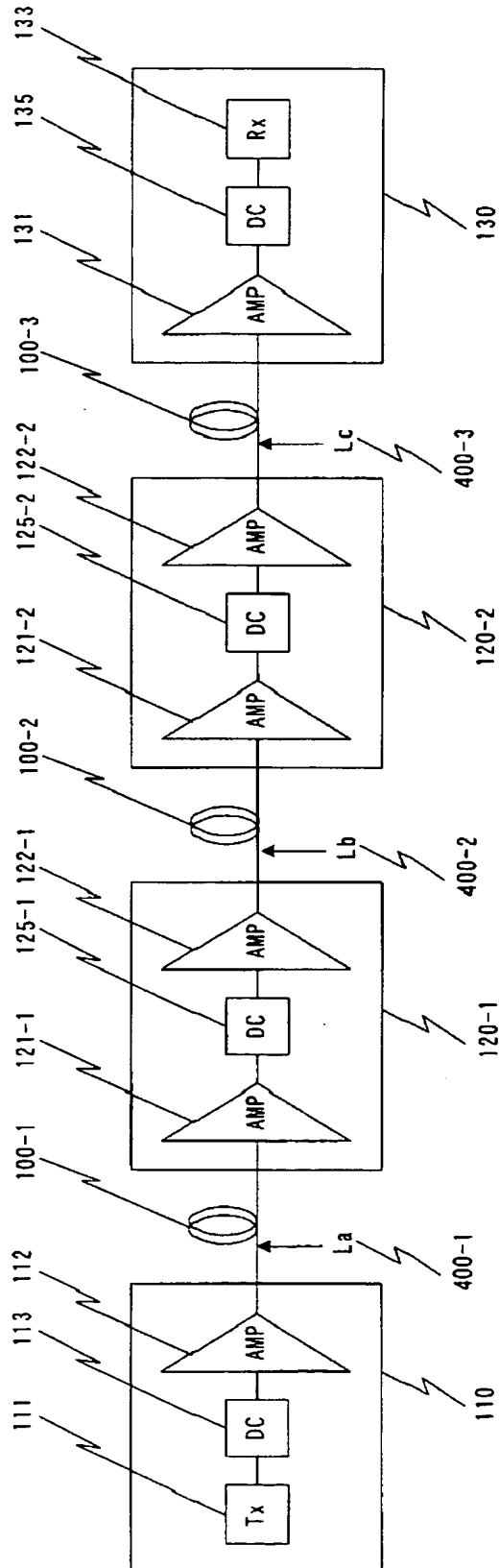


【図 3】

【図 3】

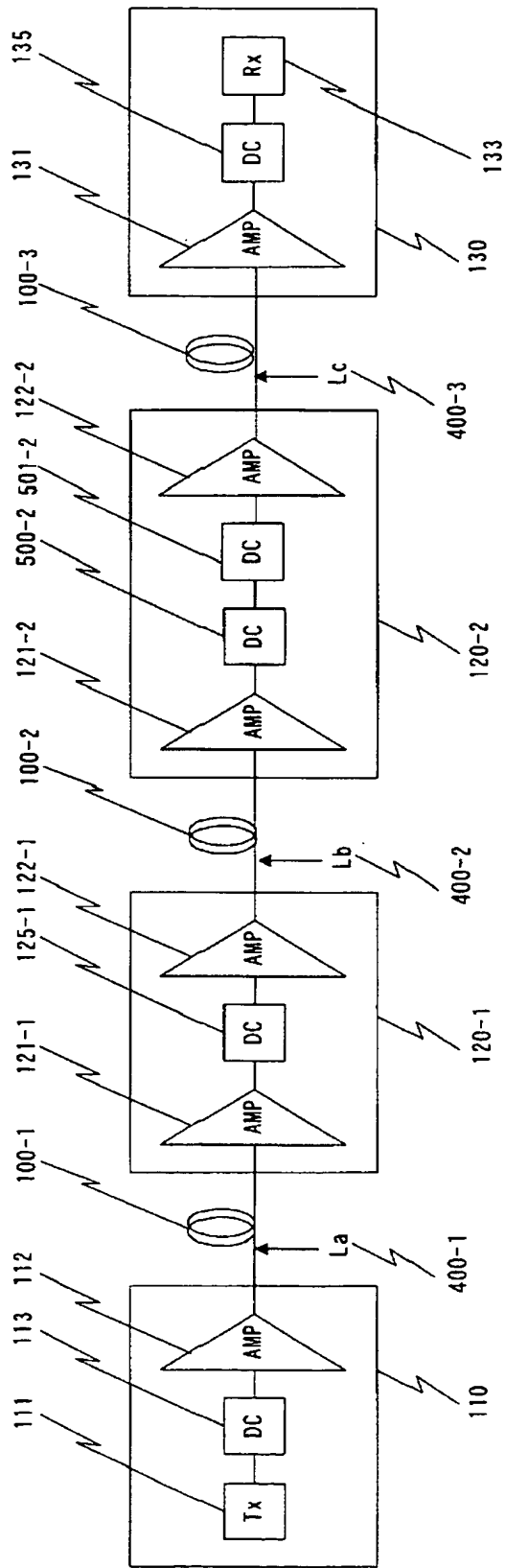


【図 4】



【図 4】

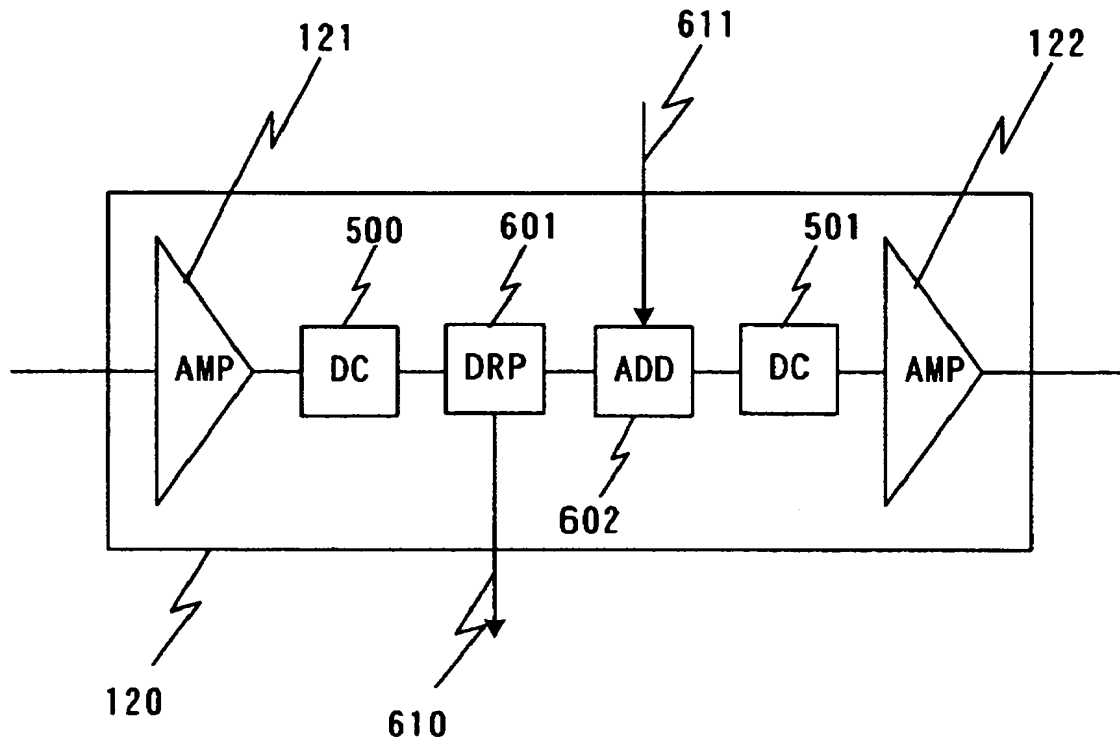
【図 5】



【図 5】

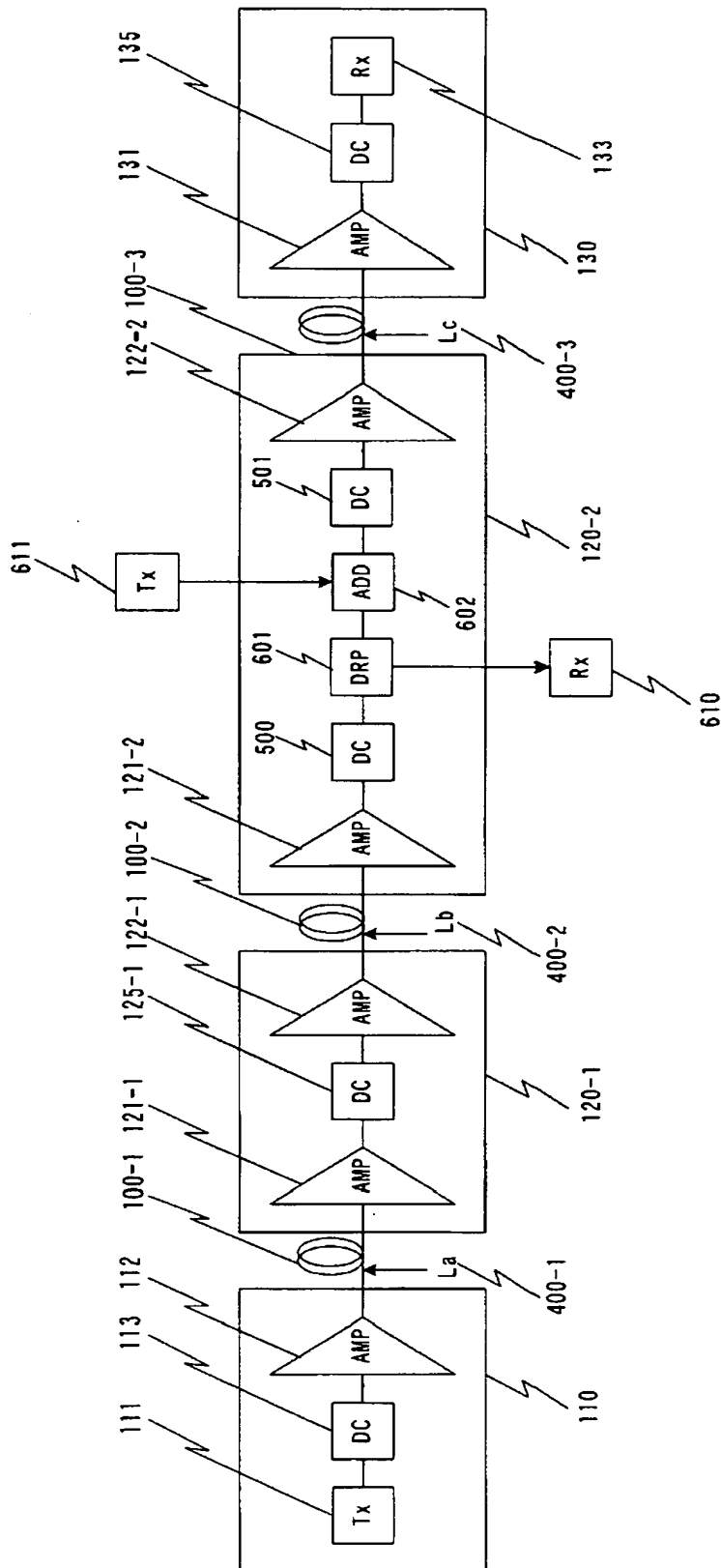
【図 6】

【図 6】

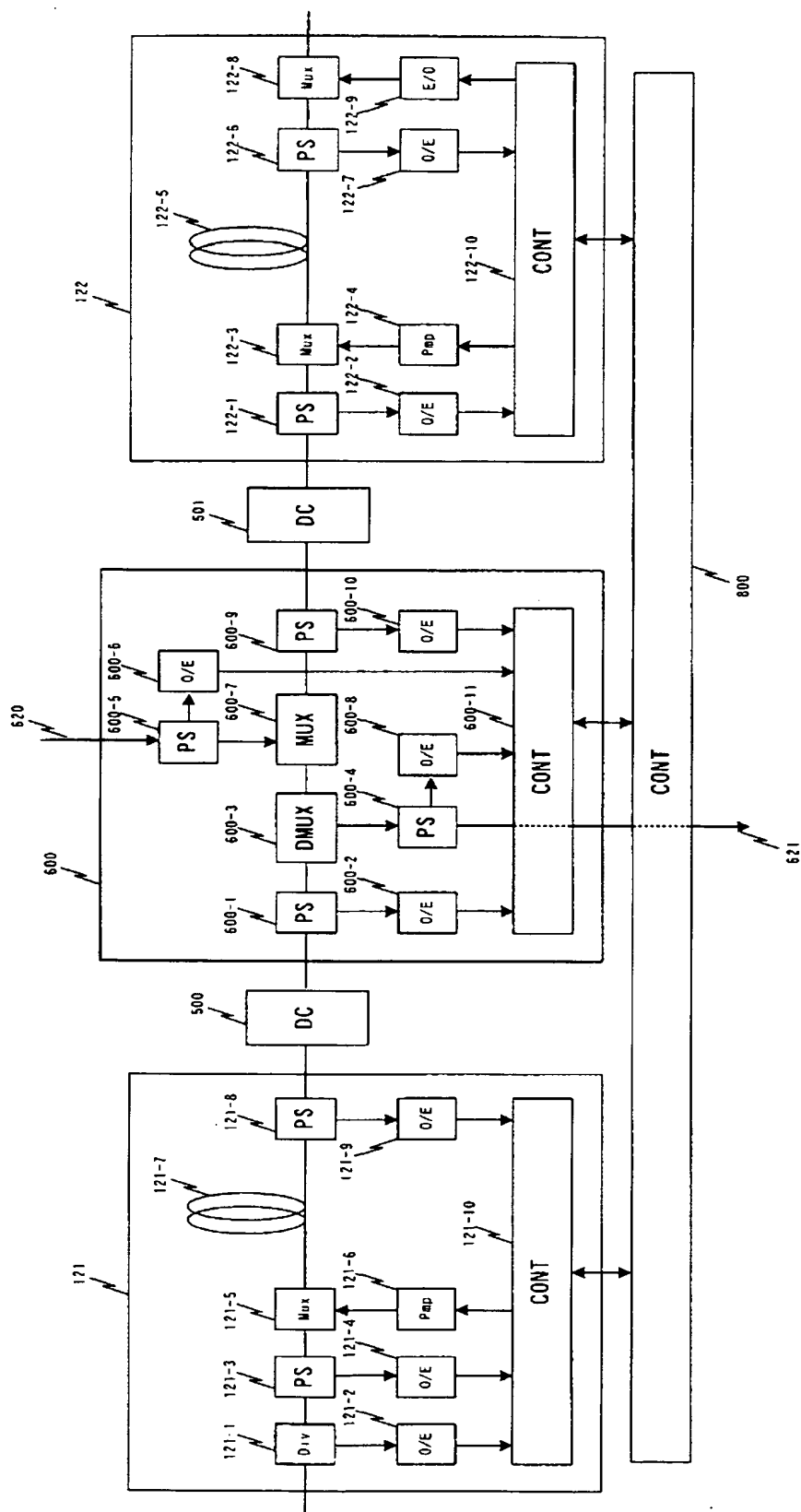


【図 7】

【図 7】



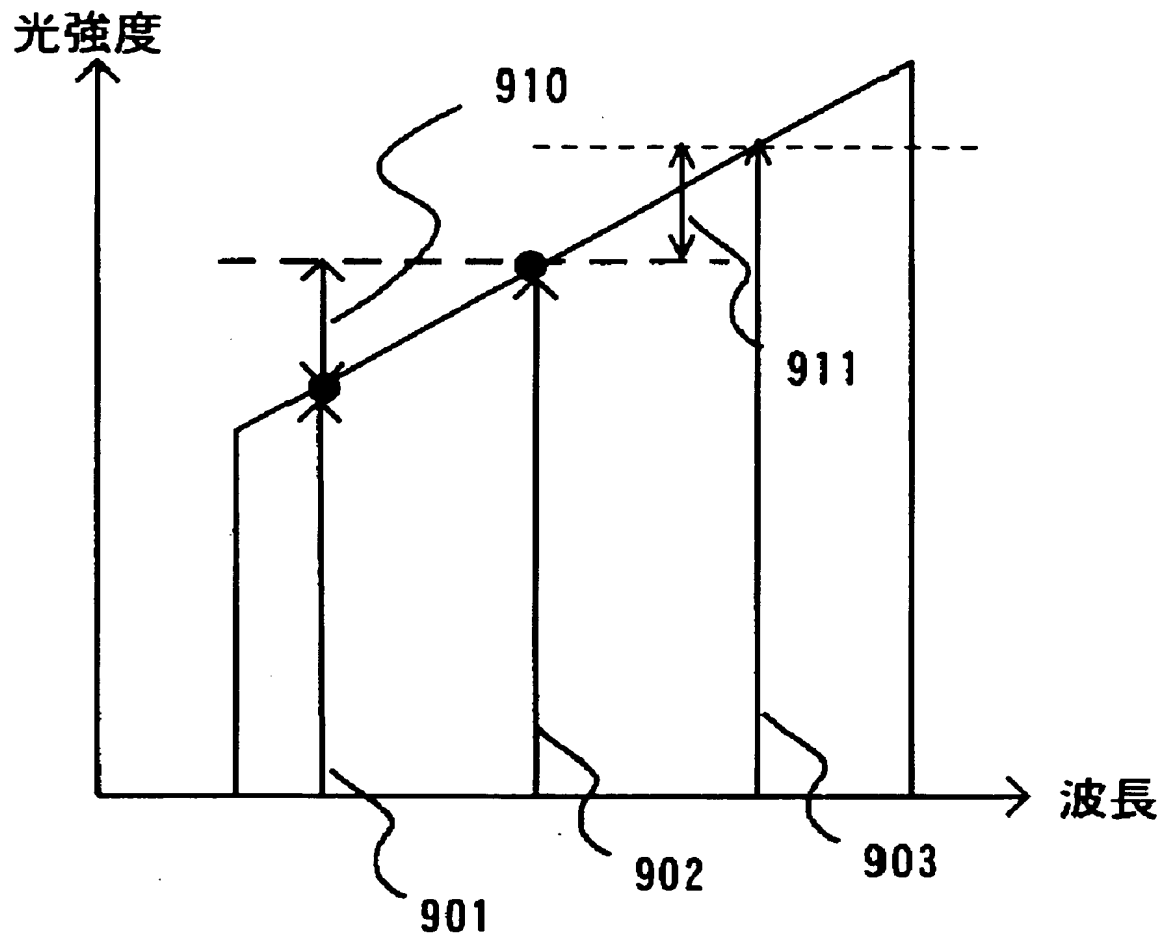
【図 8】



【図 8】

【図 9】

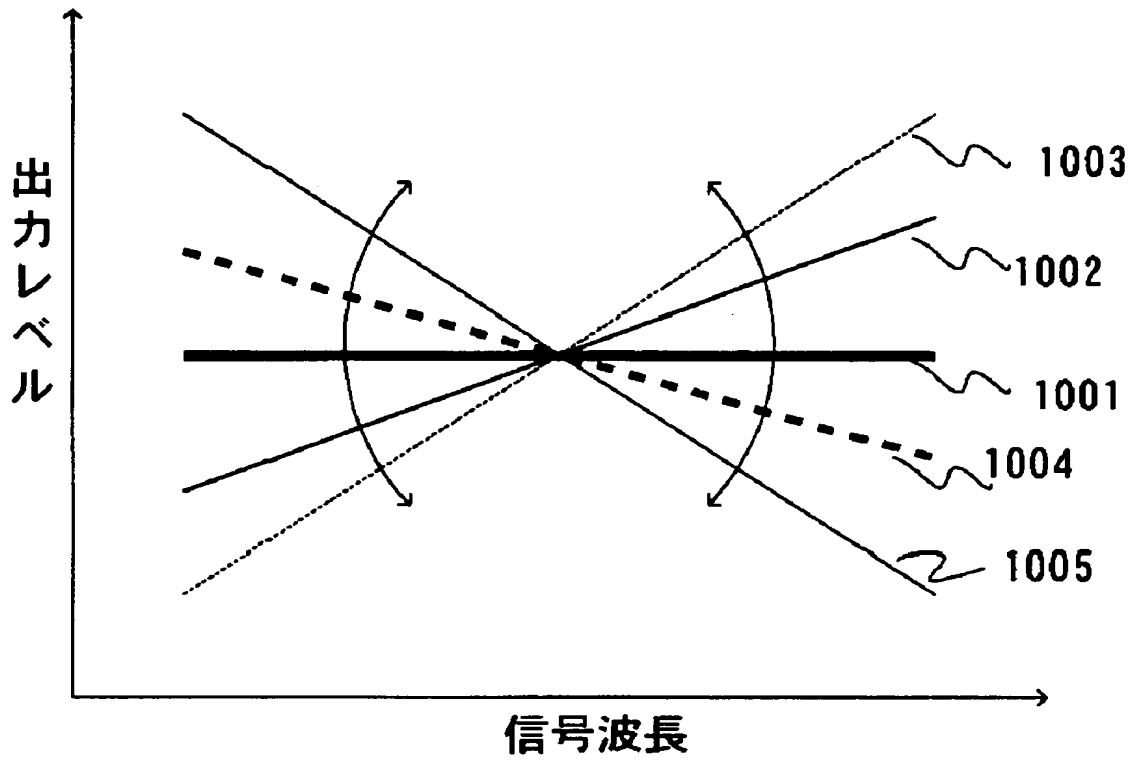
【図 9】





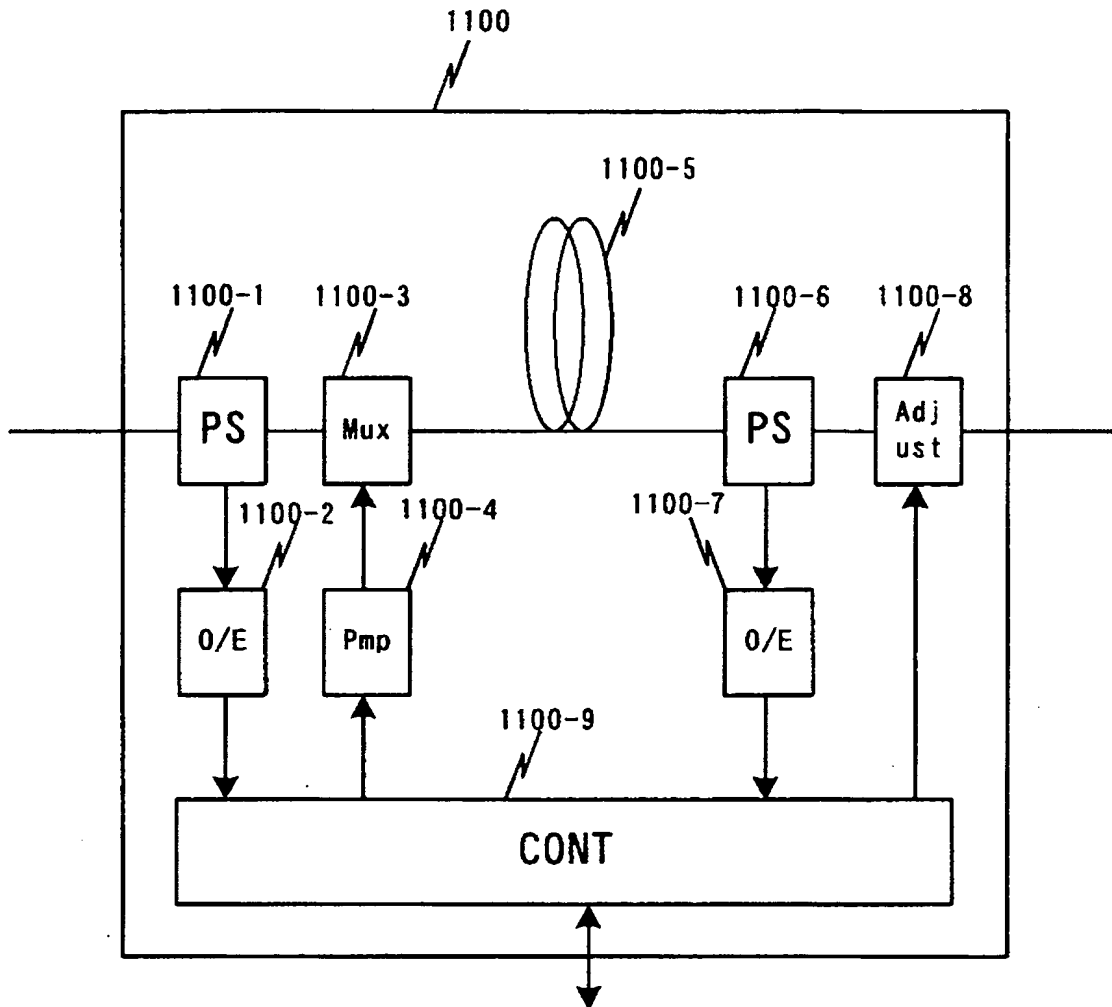
【図 10】

【図 10】

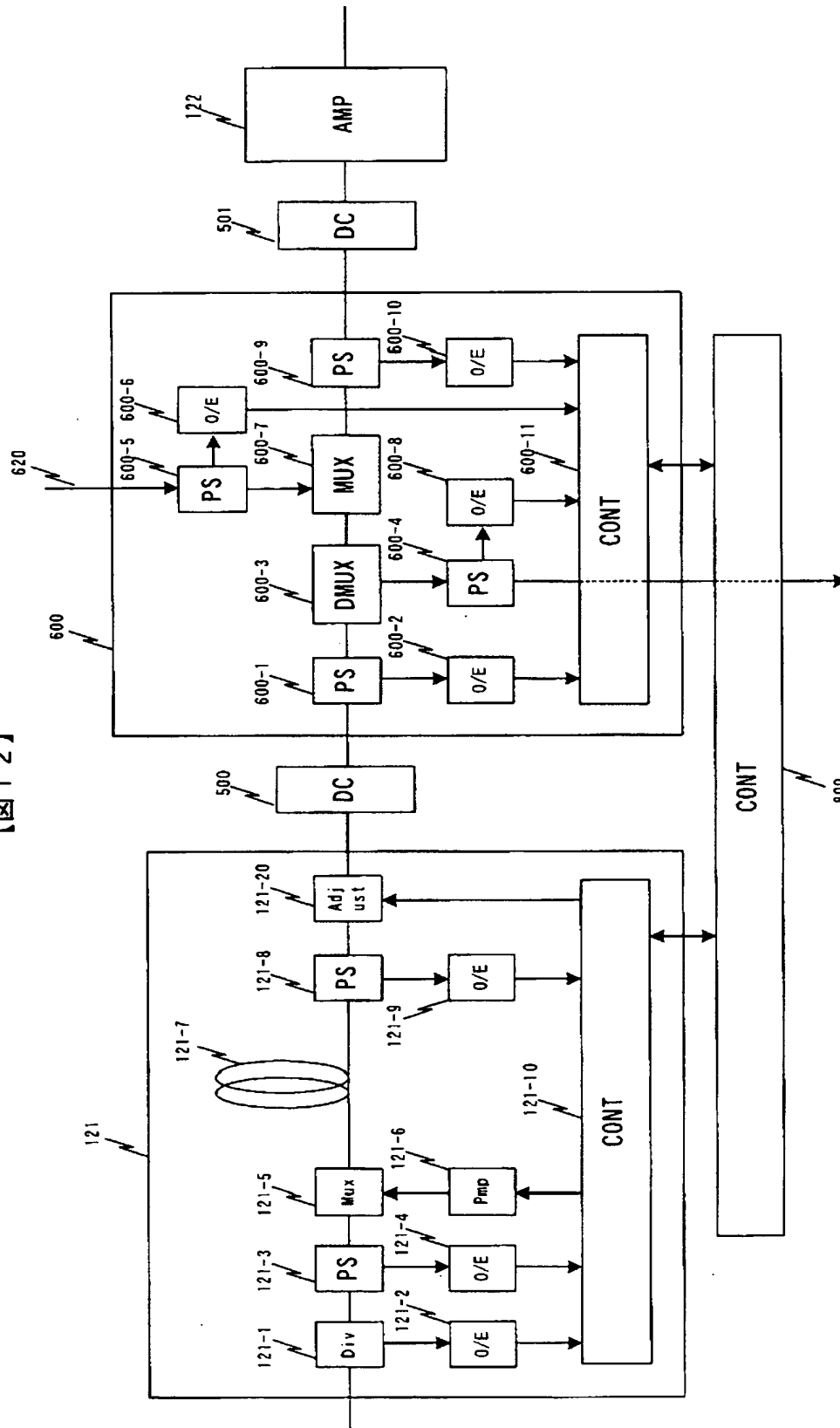


【図 11】

【図 11】

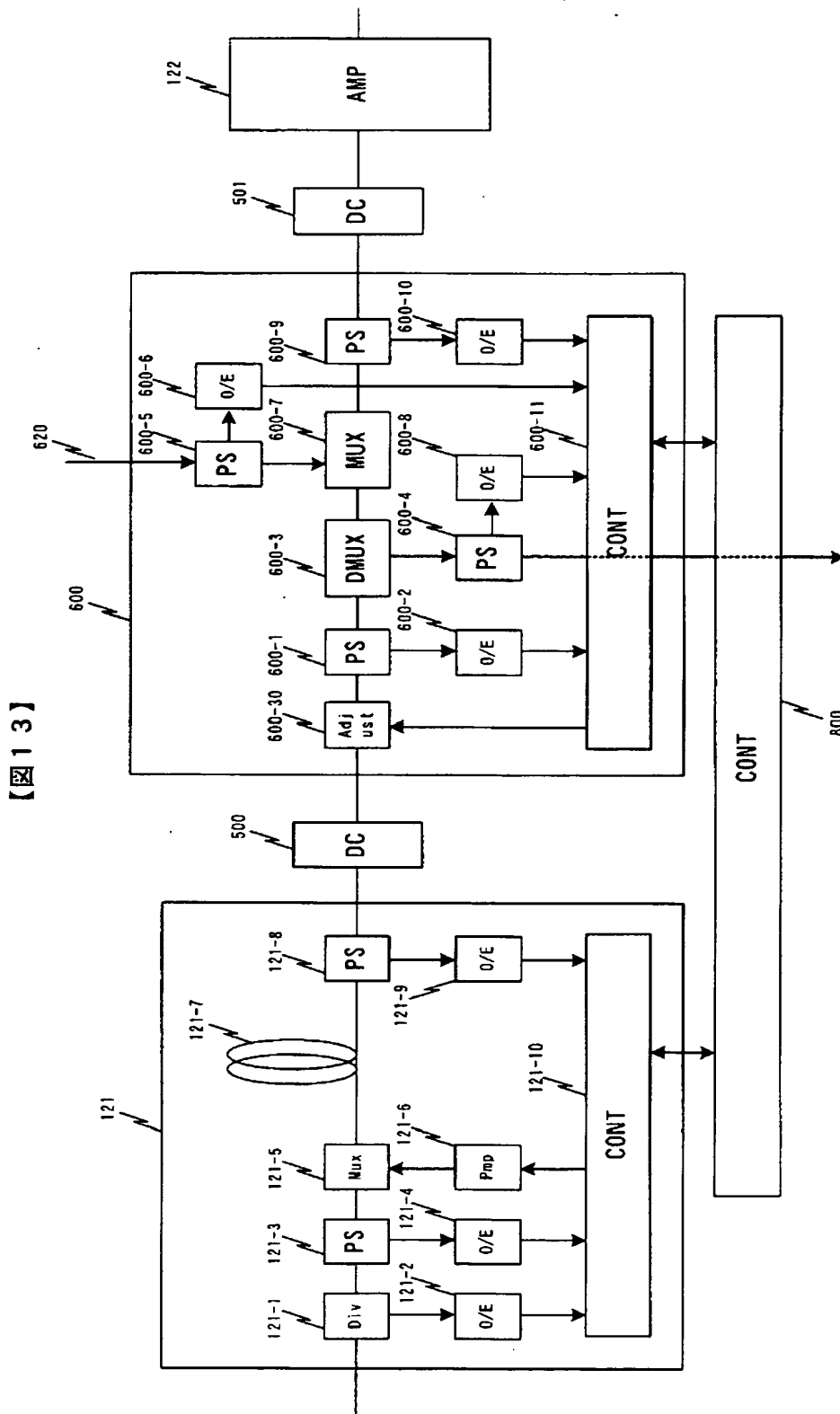


【図 12】



【図 12】

【図 13】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

波長多重システムにおいて、ポイント・ツー・ポイント状のシステムから、分岐挿入波長（OADM）機能を搭載したシステムにアップグレードする際、分散補償方法の変更が発生し、既に運用されている波長帯の光信号に対する通信品質が変動すると言った問題がある。

【解決手段】

OADM装置を搭載した波長多重システムにおいて、伝送路の波長分散の一部を波長多重システムに搭載されている分岐波長用分散補償器で補償し、残りの波長分散値を同じく波長多重システムに搭載されている挿入波長用分散補償器で補償する。これによりOADM装置で分岐された信号に対し分岐波長用分散補償器作用し、挿入された信号に対し挿入波長用分散補償器作用する。また、通過する信号に対し分岐波長用分散補償器と挿入波長用分散補償器の両方が作用する。

本構成の分散補償器をシステムアップグレード前に予め光伝送装置に搭載しておくことにより、特にシステムアップグレード時の分散補償方法の変更が不要となり、またアップグレード前後における通信品質変動を抑圧することが可能となる。

【効果】

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 4 0 8 0
受付番号	5 0 3 0 0 4 8 6 5 5 5
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2 1 3 2
作成日	平成 1 5 年 5 月 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月26日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 8 4 0 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 5 3 4 6 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

福島県郡山市字船場向 9 4 番地

氏 名

株式会社日立テレコムテクノロジー

2. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 0 日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都品川区南大井六丁目 2 6 番 3 号

氏 名

株式会社日立コミュニケーションテクノロジー